

Japanese examined patent publication (Kokoku) No. 51-32644  
Publication Date: September 14, 1976

BIBLIOGRAPHIC DATA

TITLE OF INVENTION: MANUFACTURING METHOD OF CHEMICAL  
PRESTRESSED CONCRETE BY WARMING-CURING

APPLICATION NUMBER: No. 42-59364

APPLICATION DATE: September 18, 1967

INVENTOR: ONO Yoshizo

INVENTOR: FURUI Satoru

APPLICANT: DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA

PARTIAL ENGLISH TRANSLATION

(1) SCOPE OF CLAIM:

1. A method of manufacturing chemical prestressed concrete by warming-curing in manufacturing a prestressed-concrete-body, characterized in: filling a cement mixture, which is obtained by blending calcium-sulfo-aluminate having a composition containing, in CaO: 35-60 wt%, SO<sub>3</sub>: 30-45 wt%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 10-20 wt%, SiO<sub>2</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of 5 wt% or less respectively, 20 wt% or less of free CaO and 20 wt% or more of free CaSO<sub>4</sub>, to cement at a rate of 9-18 wt% thereto, into a mold arranged in beforehand with an anti-strain core material, and after hardening, curing it, as it is or after taking out from the mold, by warm-water or steam at a temperature of 50 °C or over.

(2) IN THE SPECIFICATION:

(a) COLUMN 3, LINES 29-33

In the C.S.A, the molar ratio of CaO: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: CaSO<sub>4</sub> is to be as close as possible to 3:1:3, and in actual use, there is a need for a composition range wherein a large quantity of sulfated cement bacillus is produced, and such composition range is dependant on the blending range of SO<sub>3</sub>.

(b) COLUMN 4, LINES 31-37

Introduction of chemical prestress to a concrete body according to the present invention is achieved by firstly adding aggregate, by a usual method, to a mixture of cement which has a blend of an appropriate amount of the above-described C.S.A in the range of 9-18 wt%, mixing it by using water, filling this into a formwork arranged in beforehand with anti-strain core material, fastening-holding and hardening this, and then subjecting this to curing by steam or warm-water.

(c) COLUMN 4, LINE 40 - COLUMN 5, LINE 2

The prestress is caused because tensile strength is imparted to the anti-strain core material by the expansion force caused by a function of the C.S.A. However, according to precise observation of the manner of how the tensile strength is generated, the present inventors newly found that tensile force is effectively imparted on the core material and prestress is effectively caused only by curing with steam or warm-water.

(d) COLUMN 5, LINE 20 - COLUMN 6, LINE 1

In this case, for example, it is possible to adopt, for the steam curing, either a method at atmospheric pressure or with applied pressure.

C 04 B 15/00  
C 04 B 13/20  
E 04 B 1/22

22 C 49  
22(3) D 98  
86(4) A 311

昭51-32644

## 特 許 公 報

④公告 昭和51年(1976)9月14日

庁内整理番号

発明の数 1

(全 6 頁)

1

2

## ④加温養生によるケミカルプレストレスト・コンクリートの製造法

審 判 昭47-7300

①特 願 昭42-59364

②出 願 昭42(1967)9月18日

⑦発 明 者 小野吉三

新潟県西頸城郡青海町本町2無番地

同 古居悟

新潟県西頸城郡青海町寺地171の4

⑧出 願 人 電気化学工業株式会社

東京都千代田区有楽町1の4の1

⑨代 理 人 弁理士 杉村暁秀

## 図面の簡単な説明

第1図は蒸気養生と導入プレストレス量との関係をまた、第2図は矢板製造の場合の養生と導入プレストレス量との関係をさらに、第3図はコンクリート管の場合の養生と導入プレストレス量の関係をそれぞれ示す特性図表である。

## 発明の詳細な説明

この発明は、プレストレスト・コンクリートの製造に当つて、コンクリート体へのプレストレスの導入を、化学的手段によつて有利に行うプレストレスト・コンクリートの製造法に関するものである。この発明の目的とするところは従来の機械的手段によるプレストレス導入方法に必要とされるような器具設備の類を全く用いないで、容易にコンクリート体へのプレストレス導入を行い、同等、強度以上のコンクリート体を得る所にある。

一般にコンクリート体の強度発現のために採られている手段としては、コンクリート体に鉄筋を埋設し、遠心力下に塑造するとか(所謂遠心力鉄筋コンクリート管、別名ヒューム管ともいう)、更にはコンクリート中に補強引張材(例えばピア

ノ線)を配し、これに予め加えた張力を利用して、コンクリートにストレスを与える所謂機械的プレストレスト・コンクリートの製造方法が知られている。ところで近時、上、下水道用管は用水需要の増加により管径は益々大きくなり、かつその地下埋設に当つては交通量の激増による荷重負担などにおいて、益々苛酷な条件下におかれるため、使用するコンクリート管はその強度を一層要望されるに至っている。

そのため機械的プレストレスト・コンクリート管がかかる用途に使用されつつあるけれども、製造工程が複雑であつて、経済的にも不利なため、業界においてはこれに代わる高強度のコンクリート体の製造が強く要望されていた。

膨張セメントによるプレストレスの導入に関して特公昭39-14700号公報に若干の開示があり、ほぼCaO55%前後、SO<sub>3</sub>18%前後、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>24%程度(何れも重量%)の組成より主としてなり、遊離のCaOを21%以上含有するような膨張成分を20~30重量%の割合いでポルトランドセメントに配合した場合につき、補強用鋼棒の外部拘束機構(埋設でない)に生じる自己応力の実験値が紹介されている。しかし乍ら、かかる補強材をコンクリート体中に埋設した場合に有効なプレストレスを生じてはじめて実際に役立つものであり、上掲の如き実験は、埋設による場合ではないので、現実的なプレストレスの導入に適合するか否かはなお明らかでない。

事実において本発明者らがカルシウム、サルファ、アルミネート、石灰および石膏を主成分とする膨脹性混和剤を用いて検討を加えたところ、それによるケミカル・プレストレスの実現には、膨脹成分の如何により、またとくにコンクリート体の硬化後における養生の有無により、実質的に、プレストレス導入の成否が強く影響される事を見出した。

この発明は、プレストレスト・コンクリートを

3

製造するにあつて、カルシウム・サルフォ・アルミネート、石灰および石膏を主成分とし、とくに  $\text{CaO}$  : 35~60%,  $\text{SO}_3$  : 30~45%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 10~20% で  $\text{SiO}_2$  5% 以下、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5% 以下において遊離の  $\text{CaO}$  20% 以下、5 同様に遊離の  $\text{CaSO}_4$  20% 以上 (何れも重量%) の成分組成になる膨脹性混和剤を、セメント中に配合しておいて、予め耐張芯材をセットした型枠中に打設充てんし、硬化のあとそのまま、または脱型してから、蒸気もしくは温水により 50° 以上 10 の温度で養生に供することによつてはじめて成形体中へ埋込んだ耐張芯材に有効な引張力を生じ、その反応力としてコンクリート体に張力と平衡を保つ圧縮応力を、とくに有利に生じさせ得る新規知見に基くものである。

なおこの発明は前述の遠心力鉄筋コンクリート管の製造にも当然適用され、その場合には、膨脹性混和剤を配合したセメント混合物は、つくろうとする管の一部分例えば内側層についてのみ用い、すでに遠心力下に塑造した外側層をとくに耐張芯 20 材として利用し、ケミカルプレストレスを有効に生じさせることができるのはいうまでもない。

この発明において使用する膨脹性混和剤の成分は、本出願人がさきに開示した特許第 569402 号 (特公昭42-19473号公報所載) の発明 25 によるセメント膨脹剤 (以下 C. S. A と略記する。) であり、これをセメント中に 9~18 重量% とくに 11~17 重量% の範囲において配合する。

この C. S. A は  $\text{CaO}$  :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  :  $\text{CaSO}_4$  のモル比が 3 : 1 : 3 になるべく近似し、実際の使用 30 に際し、高硫酸塩セメントバチルスを高量に生成する組成範囲を必要とし、この組成範囲は  $\text{SO}_3$  の配合範囲に左右される。

すなわち  $\text{SO}_3$  の含有量はコンクリート膨脹の効果におよぼす影響が大きく、 $\text{SO}_3$  含有量が 30 重量% 以下では必要な膨脹が得られずまた  $\text{SO}_3$  が 45 重量% 以上混入すると C. S. A の内、有効にセメントバチルス生成にあずかるのは、その 6 割程度にすぎないことから、残りの約 4 割は水和の際、遊離の石膏を生ずるのみで、膨脹効果がそれ 40 だけ薄められることになり、膨脹効率は半減する。

また  $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量に関しては、上述した  $\text{CaSO}_4$  との関係から、上記  $\text{SO}_3$  の含有量の範囲に基づいて自らその組成範囲が決定され、

4

$\text{CaO}$  35~60%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10~20% となる。

$\text{SiO}_2$  含有量は全組成中 5% 以下に抑える必要があり、5% 以下の場合には  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  を生成するが、5% を超えた場合、製品中に、ゲーナイトが生成する結果、C. S. A 配合セメントの強度低下を来すので 5% 以下に限定する必要がある。

また、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  は多くすると、水和の際、高酸化鉄型セメントバチルスを生成し長期材令では膨脹効果は認められるが、セメントの膨脹剤は、一般に初期材令、短時間に膨脹の完結することが望ましいので、本発明では  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  をなるべく少くし、高酸化鉄型セメントバチルスを抑えるため 5% 以下を必要とする。

15 また  $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$  と反応して充分な量の高硫酸塩型セメントバチルスを生成するには、C. S. A 組成として遊離の  $\text{CaSO}_4$  が 20% 以上必要であり、また遊離の  $\text{CaO}$  は、これが多ければ膨脹効果が速くなる傾向にあるが、速くなりすぎると却つて効果が充分に出ないので、その含有量は 20% 以下であることが必要である。

上述組成範囲において C. S. A をセメントに配合した場合、セメントに対し内割で 9 重量% 以上配合することによりプレストレスを有効に発現するに足る膨脹効果を現わし、配合率の増加と共に、膨脹率は次第に上昇し、18 重量% までの間に膨脹効果が大きく、とくに 11~17 重量% の範囲が好適である。しかし 18 重量% を越えて配合してもむやみに膨脹が大きくなるだけであり適当なプレストレスを得るためには不必要である。

この発明に従うコンクリート体へのケミカルプレストレスの導入は、まず、上記 C. S. A を 9~18 重量% の範囲で適量に配合したセメント混合物を常法により骨材を加え水を用いて混練りし、予め耐張芯材を配置した型枠中に打設充てんし、締固めを経て硬化させたあとこれを蒸気もしくは温水養生に掛けることによつて成就される。

なおこの場合、前養生を事前に行うことは、本発明方法を更に有利にする。

このプレストレスは C. S. A の働きによつて生じる膨脹力により、耐張芯材に引張応力がもたらされることによるわけであるが、引張応力の生起の挙動について仔細に観察したところ蒸気または温水養生によつてはじめて芯材に引張力が有効に

5

6

加わり、プレストレスを効果的に生じることが本明者らにより新たに知見された。

養生を終えたのち、通常仕上げとして普通散水養生に付されるが、この散水養生は必ずしも不可欠でなく、適宜省略してもよい。

この発明において、蒸気もしくは温水養生によりコンクリート体にストレスの導入が行われる状態は、養生の条件によつて、次のように異なる。

第1図は1例として蒸気養生と導入プレストレス量との関係を示すものである。導入プレストレス量は、養生条件、例えば、養生温度、養生時間などに依存するがC.S.Aのセメントへの配合量によつても影響される。

C.S.Aのセメントへの配合量を17重量%とした場合で、養生温度40、50、60および70℃の各温度において養生時間2時間の導入プレストレス量は8、18、35および44 Kg/cm<sup>2</sup>に達し、養生温度50℃以上で事実上必要なプレストレスが時間的にも有利に得られる。

この場合、例えば蒸気養生としては常圧または\*20

\*加圧の何れの方法をも採用することができる。

この発明による時は、コンクリート体へのストレスの導入が容易に行われ、これにより例えばヒューム管等の外圧強度は2倍以上となり、従来厄介な機械的手段により製造されていたプレストレス・コンクリートと同等の強度を有するコンクリート体を得ることができる。

次に示す実施例は、この発明によるコンクリート矢板、コンクリート管及びコンクリートパイルの製造を示すものである。

#### 実施例1

##### 矢板の製造

コンクリート内部に挿入する鉄筋を組立て型枠中に納めたのち、第1表Aに示した組成のC.S.Aを、普通ポルトランドセメントに内割で17%配合したものを第1表Bに示す配合で、川砂、川砂利、水と混練したコンクリートを型枠中に流し込んだのち、テーブル型バイブレータにて振動締固めを行つた。

第 1 表 A

CaO	SO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Ig · Loss	計
47.0	34.4	14.1	1.8	1.5	痕跡	0.8	99.6
遊離のCaO		遊離のCaSO <sub>4</sub>		真比重		ブレン cm/g	
12.8		20.3		2.88		3200	

第 1 表 B

C.S.A配合率 (%)	粗骨材最大寸法 (mm)	水・セメント比 (%)	スランブ (cm)	絶対細骨材率 (%)	単位水量 (Kg/m <sup>3</sup> )
0	15	40	3.5	38	172
17	15	40	3.7	38	172
単位C.S.A (Kg/m <sup>3</sup> )	単位セメント量 (Kg/m <sup>3</sup> )	単位細骨材量 (Kg/m <sup>3</sup> )	単位粗骨材料量 (Kg/m <sup>3</sup> )		
0	430	654	1054		
73	357	654	1054		

締固め後、約24時間そのまま室内に放置し硬化したのち、脱型し蒸気養生(165℃, 2時間)を行つた。その後、屋外にて散水養生を行つた。

あらかじめ、鉄筋にはつたストレインゲージで鉄筋に生じる引張り歪を測定しコンクリート軸筋方向に導入された応力を求めたところその結果を第2図に示したように単なる硬化中には何らの歪

は検出されず養生の開始によつて増大し、2時間後のプレストレス量はほぼ40 Kg/cm<sup>2</sup>に達した。

材令28日で、同じように養生した。C.S.Aを配合しないものと同時に曲げ強度を測定した結果は第2表に示すように、初亀裂曲げモーメントにおいて、C.S.A17%配合のものは、配合しないものに比べ約2.5倍であつた。

7

8

第 2 表

C. S. A 配合率 (%)	曲げモーメント (Kg-m)	
	初亀裂	破 壊
1 7	3 8 8	7 2 0
0	1 6 0	7 0 3

\*ストレス量は少なく、あまり効果がないのに反し蒸気養生したものは有効な (5.6 Kg/cm) プレストレスを導入し得た。材令 28 日で外圧試験を行い強度を比較し結果を第 3 表に示す。

5

第 3 表

養 生	C. S. A 配合率 (%)	強度 t/m	
		初亀裂	破 壊
蒸気養生した	1 7	4.2 8	6.9 3
" しない	1 7	2.7 6	6.8 8
蒸気養生した	0	1.5 6	6.6 7

## 実施例 2

コンクリート管の製造

実施例 1 と同じ配合を用いて遠心力によりコンクリート管を成形し、そのまゝ約 24 時間室内に 10 放置し硬化したのち脱型し、蒸気養生 (6.5°C, 10 時間) した。なおこのとき耐張芯材として用いたストレート筋、スパイラル筋には P. C 鋼棒、P. C 鋼線を用い、鉄筋比は各々 0.4 % とした。蒸気養生後、屋外にて散水養生した。

あらかじめ、スパイラル筋にはつたストレインゲージで歪を測定し、コンクリートの測定方向に導入されたプレストレスを求めた。その結果は第 3 図に示す。

第 3 図においては、とくに蒸気養生をしたもの 20 と、しないものを比べているが、蒸気養生をしないものは C. S. A を同量使用したにも拘らずプレ

初亀裂強度を比較すれば C. S. A を 1.7 % 配合し、蒸気養生したものは、C. S. A. 0 % で蒸気養生したものの 2.7 倍であつた。

## 実施例 3

コンクリート・パイルの製造

あらかじめ組立てた鉄筋を型枠に入れその中へ、第 4 表に示す配合で練り上げたコンクリートを入れ、遠心力にて締め固めた。締め固め後、24 時間は、そのまま室内に放置し硬化したのち脱型し、6.5°C, 3 時間蒸気養生した。

第 4 表

C. S. A 配合率 (%)	粗骨材最大寸法 (mm)	水・セメント比 (%)	スランプ (cm)	絶対細骨材率 (%)	単位水量 (Kg/m³)
1 1	2 0	3 8	4	3 8.5	1 6 7
0	2 0	3 8	5	3 8.5	1 6 7

単位 C. S. A 量 (Kg/m³)	単位セメント量 (Kg/m³)	単位細骨材量 (Kg/m³)	単位粗骨材量 (Kg/m³)
4 8.4	3 9 1.6	6 8 5	1 0 9 8
0	4 4 0	6 8 5	1 0 9 8

プレストレスは軸筋にはつたストレインゲージにより測定した。その結果は第 5 表に示す。

第 5 表

パイル No	C. S. A 配合率 (%)	軸筋の太さ及び本数	ヒビワレ曲げモーメント (t-m)	導入されたプレストレス量 (Kg/m³)
1	0	6 mm 1 6 本	1.7 1	0
2	1 1	6 mm 1 6 本	2.4 5	2 0.4
3	0	6 mm 2 0 本	1.9 6	0
4	1 1	6 mm 2 0 本	2.8 0	2 4.8
5	0	6 mm 2 4 本	1.8 9	0
6	1 1	6 mm 2 4 本	2.4 4	1 4.8

なお、らせん筋にはいずれも太さ 3.2 mm のものを用いた。

#### ⑤ 特許請求の範囲

1 プレストレスト・コンクリート体を製造するに  
 当り、 $\text{CaO}$  : 35 ~ 60 重量%,  $\text{SO}_3$  : 30 ~ 5  
 45 重量%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 10 ~ 20 重量%,  $\text{SiO}_2$   
 および  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  各 5 重量% 以下において、遊離の  
 $\text{CaO}$  2.0 重量% 以下と遊離の  $\text{CaSO}_4$  20 重量%

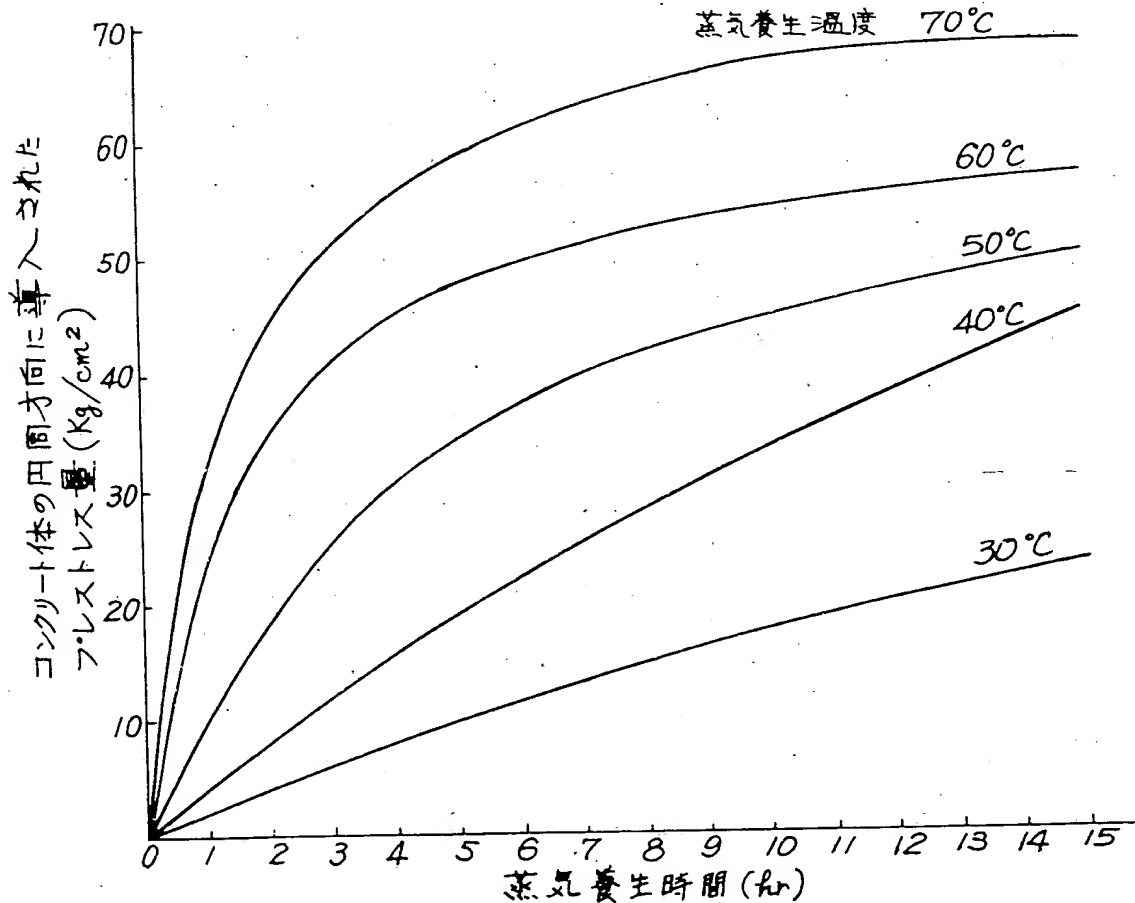
以上を含有する組成になる、カルシウム・サルホ  
 アルミネートをセメントに対して 9 ~ 18 重量%

の割合で配合したセメント混練物を予め耐張芯材  
 を配置した型内に打設充てんし、硬化のあと、そ  
 のまままたは脱型してから 50℃ 以上の温度で、温  
 水または蒸気養生することを特徴とする加温養生  
 によるケミカル・プレストレスト・コンクリート  
 の製造法。

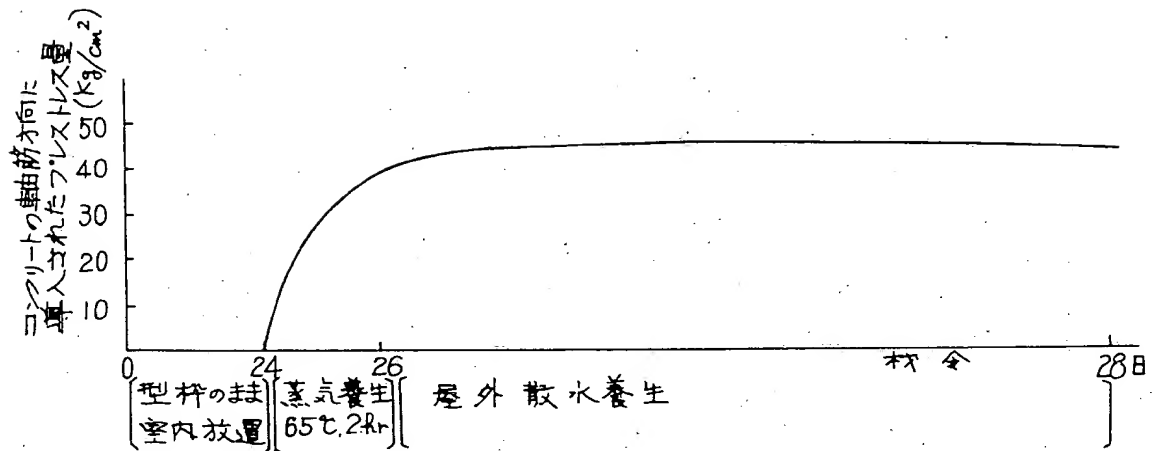
#### ⑤ 引用文献

10 特 公 昭 39-14700

第1図



第2図



第3図

